



Espacenet

## Bibliographic data: JP 2002071295 (A)

### EVAPORATOR

**Publication date:** 2002-03-08

**Inventor(s):** SHOJI SABURO; KAWASHIMA KENICHI; SASAKI HIROSHI; ITO YUTAKA; MUROI KATSUMI; IWATA HIROSHI +

**Applicant(s):** HITACHI LTD +

**Classification:**

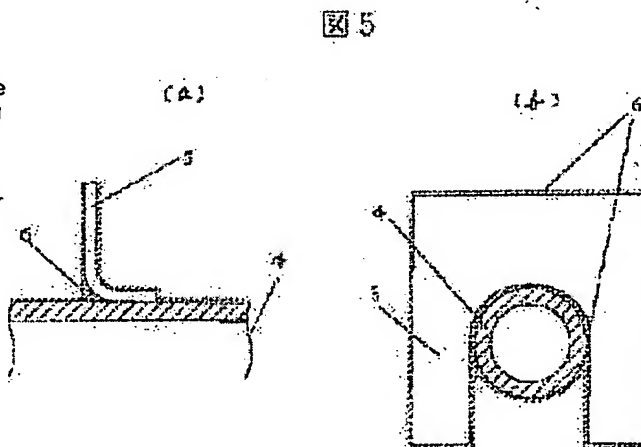
- international: *B01D1/02; C09D171/00; C09D183/08; F25D21/04; F28F1/32; F28F13/18; (IPC1-7): B01D1/02; C09D171/00; C09D183/08; F25D21/04; F28F1/32; F28F13/18*
- European:

**Application number:** JP20000265996 20000830

**Priority number(s):** JP20000265996 20000830

### Abstract of JP 2002071295 (A)

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To simultaneously achieve two effects of (1) provision of a high heat exchanging capacity with a small contact heat resistance and (2) reduction of frosting in the case of employing as a method for connecting a heat transfer pipe and a fin constituting an evaporator a so-called fitting method wherein the evaporator can be produced by a very simplified process of fitting and caulking the heat transfer pipe in the fin. **SOLUTION:** In the evaporator having the heat transfer pipe and the fin, the evaporator is formed by inserting and caulking the heat transfer pipe in a recess of the fin. A space between the heat transfer pipe and the fin thus caulked and a surface of the fin are coated with an organic coating film having a contact angle with water of 160 degrees or more.



Last updated: 26.04.2011  
Worldwide Database 5.7.23.1; 93p

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2002-71295

(P2002-71295A)

(43) 公開日 平成14年3月8日 (2002.3.8)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テームト <sup>*</sup> (参考)
F 2 8 F 13/18		F 2 8 F 13/18	A 4 D 0 7 6
C 0 9 D 171/00		C 0 9 D 171/00	4 J 0 3 8
183/08		183/08	
F 2 5 D 21/04		F 2 5 D 21/04	D
F 2 8 F 1/32		F 2 8 F 1/32	G
審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 15 頁) 最終頁に続く			

(21) 出願番号 特願2000-265996 (P2000-265996)

(22) 出願日 平成12年8月30日 (2000.8.30)

(71) 出願人 000005108

株式会社日立製作所

東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地

(72) 発明者 庄司 三良

茨城県日立市大みか町七丁目1番1号 株式会社日立製作所日立研究所内

(72) 発明者 川島 憲一

茨城県日立市大みか町七丁目1番1号 株式会社日立製作所日立研究所内

(74) 代理人 100068504

弁理士 小川 勝男 (外2名)

最終頁に続く

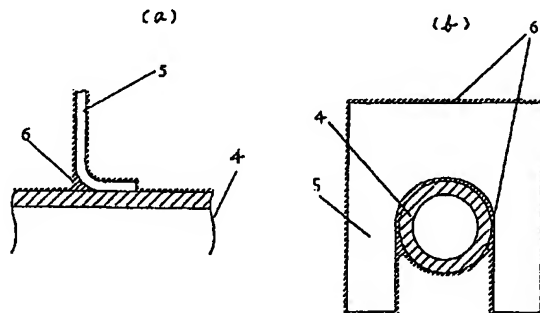
(54) 【発明の名称】 蒸発器

(57) 【要約】

【課題】 蒸発器を構成する伝熱管とフィンとの結合方式として、フィンに伝熱管を嵌め込んで加締め止めするという、非常に簡略化された工程で蒸発器を製造できる、いわゆる嵌め込み方式を採用する場合に、(1) 接触熱抵抗が小さく、高い熱交換性能を有する (2) 着霜を低減できるという2つの効果を同時に達成する。~

【解決手段】 伝熱管とフィンとを備える蒸発器において、前記蒸発器は、フィンの凹部に伝熱管を挿入し、加締め止めした蒸発器であって、加締め止めされた前記伝熱管とフィンとの間の空間並びにフィン表面を、水との接触角が160度以上の有機塗膜で被覆する。

図 5



【特許請求の範囲】

【請求項１】 伝熱管とフィンとを備える蒸発器において、前記蒸発器は、フィンの凹部に伝熱管を挿入し、加締め止めした蒸発器であって、加締め止めされた前記伝熱管とフィンとの間の空間、並びにフィン表面を、水との接触角が１６０度以上の有機塗膜で被覆したことを特

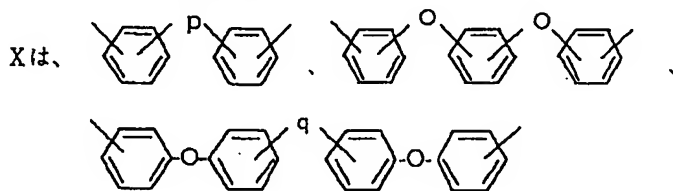
### 一般式 (1)

Rf1-A

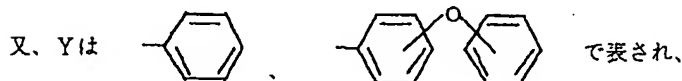
### 一般式 (2)

$$R_2-X-CONH-Y$$

(式中、Rf1 は F-(CF(CF<sub>3</sub>)CF<sub>2</sub>O)<sub>n</sub>-CF(CF<sub>3</sub>)-CONH-、F-(CF(CF<sub>3</sub>)CF<sub>2</sub>O)<sub>n</sub>-CF(CF<sub>3</sub>)-CH<sub>2</sub>O-、Rf2 は F-(CF(CF<sub>3</sub>)CF<sub>2</sub>O)<sub>n</sub>-CF(CF<sub>3</sub>)-CONH-、n は自然数、-A はアルコキシシラン部位を有する残基、



(pは-SO<sub>2</sub>、-S-、-O-、-qは  $\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ | \\ -\text{C}- \\ | \\ \text{CH}_3 \end{array}$ 、 $\begin{array}{c} \text{CF}_3 \\ | \\ -\text{C}- \\ | \\ \text{CF}_3 \end{array}$ 、-SO<sub>2</sub>-)



X+Yの芳香環の数は3から6の範囲である)

【請求項3】 請求項1または2の蒸発器を設けた冷蔵庫。

【請求項4】 請求項3において、水との接触角が160度以上の有機塗膜で表面を被覆した冷気循環ファンと冷気循環路内壁とを設けた冷蔵庫。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は蒸発器に係り、特に冷蔵庫に用いて好適な冷蔵庫に関する。

【0002】

【従来の技術】冷蔵庫に用いられる強制対流型の蒸発器は、内部を冷媒が流れる伝熱管が蛇行形状に形成され、伝熱管とほぼ直交する平板状のフィンを伝熱管に機械的に結合して一体化した基本的な構造を持つ。これらの蒸発器では、空気側の熱交換において、フィンの伝熱面積を大幅に拡大することによって全体として熱交換性能を高めている。これらの蒸発器に使用する伝熱管とフィンの結合方式には幾つかの方法がある。

【0003】その1つとして、特開平10-160374号に記載の拡張方式と呼ばれるものがある。この方式

徴とする蒸発器。

【請求項2】 請求項1において、有機塗膜の表面に一般式(1)または一般式(2)であらわすフッ素系化合物を含有している蒸発器。

【化1】

は、挿入孔をもつ平板状のフィンに、前記挿入孔よりもやや小径の伝熱管の直管部を通し、この伝熱管の直管部の内部に治具を通すことでその外径を拡大し、フィンの挿入孔に強く密着させて結合する方式である。その後、伝熱管の直管部の両端に曲管を溶接やろう付けで連結することで伝熱管を蛇行形状にし、蒸発器を完成する。この方式を採用することにより、伝熱管の全周がフィンと接触するため、その接触面積が増加し、両者の接触熱抵抗が小さくなる。

【0004】他の方式として一般的なものには、特開平4-190939号に記載の嵌め込み方式と呼ばれるものがある。この方式は、予め蛇行形状に形成された伝熱管と、伝熱管を嵌め込むための切り欠き凹部をもつ平板状のフィンとを用い、フィンの切り欠き凹部に伝熱管を挿入した後、加締め止めて伝熱管とフィンとを接触させ、一体化する方式である。この方式では、拡張方式に比べ伝熱管の接合工程がなく、嵌め込むための切り欠き凹部をもつフィンを予め製作した上で、蛇行形状の伝熱管を嵌め込んで加締め止めするという、非常に簡略化された工程で蒸発器を製造することが可能である。

【0005】これらの蒸発器を用いた冷蔵庫では、冷凍室、冷凍室内の冷却は、圧縮機、凝縮器、減圧器および蒸発器を連結した冷凍サイクルを組み、蒸発器からの冷気を各冷却室に送ることにより行われている。一般に冷凍室の温度は $-18^{\circ}\text{C}$ 以下に、冷蔵室は $4^{\circ}\text{C}$ 付近に設定されている。そのため、蒸発器の温度は、一般に約 $-30^{\circ}\text{C}$ の低温に設定されている。冷凍室および冷蔵室からの戻り空気は、蒸発器の空気流入端へ戻されるが、冷蔵室からの戻り空気中に水分が多く含まれているため、蒸発器の空気流入端に集中して着霜し、蒸発器の着霜による目詰まりにより冷却低下を招く。そこで、蒸発器の近傍に除霜ヒータを設置し、通電加熱により定期的に除霜運転を行っている。

【0006】このような現象を防止する方法が特開平11-183011号に記載されている。この方法では、蒸発器のフィンピッチは、空気流れの入口側を粗くし、下流に行くにしたがって密とする構造にして、フィンの着霜を均一化させ、着霜によるフィン間の目詰まり時間を延長させる。

【0007】また、特開平10-47827号には、冷蔵室、冷凍室がそれぞれ独立して蒸発器を備え、それぞれに最適な温度を選択し、効率よく冷却する方法が述べられている。すなわち、冷蔵室の冷却に応じた蒸発温度を設定して運転することにより、冷蔵室用蒸発器への着霜量を減少させ、除霜ヒータへの通電加熱時間を短くして、除霜による庫内温度上昇を小さくしている。また、冷凍室も専用の蒸発器を使用することにより、従来の冷凍室・冷蔵室共用の蒸発器に比べて着霜量を大幅に減少させることができる。さらに、冷蔵庫用蒸発器の除霜で発生する水蒸気を冷蔵室に循環させることにより、冷蔵室を高湿度化させている。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】特開平10-160374号で述べられている拡管方式と呼ばれる冷蔵庫用蒸発器は、伝熱管の内部に治具を通すことでその外径を拡大し、フィンの挿入孔に強く密着させることにより、伝熱管とフィンとを結合する方式であり、伝熱管の全周がフィンと接触するため、接触面積が増加し、接触熱抵抗は小さくなる。したがって、この方式の蒸発器は、高い熱交換性能を達成し易いという長所がある。しかしながら、この拡管方式は、複雑な加工工程が含まれると共に加工工程の数が多いため、製造コストを低く抑えることができない。

【0009】また、特開平4-190939号で述べられている嵌め込み方式は、フィンに伝熱管を嵌め込んで加締め止めするという、非常に簡略化された工程で蒸発器を製造することが可能である。しかし、伝熱管は、フィンに対して切り欠き凹部の底の半周で接触するにすぎないため、接触面積が少なく、拡管方式に比べて接触熱抵抗は大きい欠点がある。嵌め込み式蒸発器の接触熱抵

抗の低減のため、特開平9-145282号で述べられているように、塗料で接触面積を広げる方式がある。しかし、この方法で使用する液体塗料は、ニトロセルロースおよびアルキド樹脂を主体とするラッカーを吹き付け塗りするというものであり、着霜の低減を図ることはできない。

【0010】なお、特開平11-91024号には、冷蔵庫用蒸発器として、アルミニウムあるいはアルミニウム合金の表面にマクロ凹凸を形成し、その上に、ナノメートルオーダーからサブマイクロメートルオーダーのミクロ凹凸形態を有する水和酸化物質層を形成し、さらにその上に、二酸化チタン等の光触媒からなる汚れ分解触媒薄膜層を形成し、最後に、ナノメートルオーダー厚さの親水性塗膜を形成する技術が開示されている。しかし、ナノメートルオーダー厚さの親水性塗膜では、後述する本発明のように、加締め止めして形成された伝熱管とフィンとの間の空間を埋めることはできない。

【0011】また、特開平9-279056号には、エアコン用蒸発器フィンの暖房運転時に発生する着霜防止対策として、フィンの表面を超親水性塗膜で被覆する技術が開示されている。しかし、特開平9-279056号では、フィンの表面を超親水性塗膜で被覆するに止どまり、加締め止めされた伝熱管とフィンとの間の伝熱効果を高めるべく、その両者の空間を埋める点についての言及はない。

【0012】特開平11-183011号では、蒸発器への着霜の均一化を図ることができるが、着霜量は変わらず、周期的な除霜が必要である。これらの蒸発器のフィン材料はほとんどアルミニウムあるいはアルミニウム合金を使用しており、これらのアルミニウム材は水との接触角が $70^{\circ}$ 程度であり、運転中に発生する凝縮水はフィン表面に付着する。また、除霜時に融解した水はフィン上に残留し、冷却されて凍結する。このように残留した凝縮水または凍結した霜は、繰り返し除霜運転が行われることによって凍結する氷が大きくなり、蒸発器の目詰まりの進行を早め、除霜周期時間が短縮され、冷却能力の低下を招く恐れがある。このように、特開平11-183011号に述べられているように、フィンのフィンピッチを粗くするだけでは着霜による冷却能力の低下を十分に抑止することができない。

【0013】特開平10-47827号では、冷蔵室と冷凍室がそれぞれ独立した蒸発器を備えており、着霜現象は冷凍室用蒸発器ばかりでなく、冷蔵室用蒸発器にも発生するが、着霜量は少なく、蒸発器の除霜周期時間を延長させることができる。しかし、着霜は必ず発生するため、定期的にヒータに通電したり、冷蔵室内空気を循環したりして除霜を行う必要がある。また、除霜時に融解した水はフィン上に残留し、冷却されて再凍結する。このように残留した凝縮水または凍結した霜は、繰り返し除霜運転が行われることによって凍結する氷が大き

なり、蒸発器の目詰まりの進行を早め、除霜周期時間が短縮され、冷却能力の低下を招く恐れがある。また、冷蔵庫内は低温の環境にあるため、相対湿度は次第に低下し、貯蔵している食品の水分が奪われ、食品鮮度が低下してしまう。

【0014】本発明の課題は、蒸発器を構成する伝熱管とフィンとの結合方式として、フィンに伝熱管を嵌め込んで加締め止めするという、非常に簡略化された工程で蒸発器を製造できる、いわゆる嵌め込み方式を採用する場合に、(1) 接触熱抵抗が小さく、高い熱交換性能を有する(2) 着霜を低減できるという2つの効果を同時に達成できる蒸発器を提供することにある。

【0015】

【課題を解決するための手段】前記課題は、加締め止めされた蒸発器用伝熱管とフィンとの間の空間、並びにフィン表面を、水との接触角が160度以上の有機塗膜で被覆することによって達成される。

【0016】

【発明の実施の形態】超撥水性塗膜上の凝縮水滴は、水滴同士が合体して成長するが、合体後の凝縮水滴の表面積は減少する。そのため、凝縮水滴の表面エネルギーの差が運動エネルギーに変換するが、水滴の被膜表面付着エネルギーが小さいため、被膜表面から飛散する。また、その粒径は、飛散凝縮水滴をCCDカメラで観察したところ、ほとんどが10μm以下と極めて小さく、そのため水滴自体の表面エネルギーで圧縮され、容易に過冷却状態を維持する。これらの現象により、超撥水性塗膜を用いた蒸発器のフィン表面温度が-8℃となっても、水滴の霜化あるいは凍結は見られない。

【0017】蒸発器のフィンおよび伝熱管の表面に超撥水性塗膜を形成させることで、フィン表面で発生する凝縮水は過冷却状態を保持し、霜化あるいは凍結せずに存

Rfi-A

(式中、Rfi-は  $F-(CF(CF_3)CF_2O)_n-CF(CF_3)-CONH-$ 、 $F-(CF(CF_3)CF_2O)_n-CF(CF_3)-$

$CH_2O-$ 、nは自然数、-Aはアルコキシシラン部位を有する残基)

【0022】後者で用いるフッ素系表面処理剤は式(2)であり、塗料を作製する際、フィラーの分散剤としても優れた働きをする。

在する。このような状態では、過冷却状態の凝縮水がフィン表面から飛散し、冷蔵庫に流入することにより、蒸発器の着霜による目詰まりを防止し、さらに冷蔵庫内を高湿度に保たせ、蒸発器の除霜後に蒸発器表面に除霜水が残存しないようにする。

【0018】蒸発器に用いる超撥水性塗膜は有機塗膜を利用して作製する。有機塗膜を利用した超撥水性塗膜の作製法の一つが特開平9-279056号で述べられている。この方法では、有機塗料内に添加したフッ素系化合物で塗膜表面を撥水性にし、同時に塗料に添加したフィラーで塗膜表面に微細な凹凸構造を形成することにより、超撥水性を発現するものである。他の有機塗膜を利用した超撥水性塗膜の作製方法は、フィラーを含む有機塗料で微細凹凸構造を付した塗膜表面を構築後、その表面に表面と反応して固着するフッ素系化合物を含有させるといものである。前記した塗膜表面に微細凹凸を作製するためのフィラー粒径は、平均で5nm以上のサイズの異なる複数のフィラーが必要である。

【0019】本実施例で使用するフィラーは、サイズの小さい方は日本エアロジル(株)のAEROSIL、あるいはアルミニウムオキサイド、チタニウムジオキサイド等があり、平均粒径が7~40nmである。サイズの大きいものとしては、日本シリカ工業のNIPSILがあり、平均粒径は1~4μmのシリカである。

【0020】超撥水性塗膜は、フィラーを塗膜内に分散させ、表面に微細な凹凸を作製後、その表面にフッ素系の表面処理剤を化学的に反応させる方法と、表面に微細凹凸を作製する工程で同時に表面をフッ素系化合物で覆う方法がある。前者で用いるフッ素系の表面処理剤は式(1)である。

【0021】

【化2】

(1)

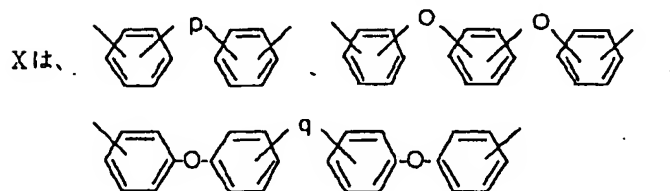
【0023】

【化3】

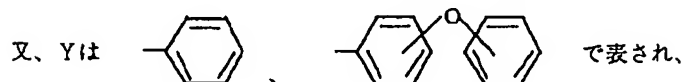


(2)

(式中、 $Rf_2$  は  $F-(CF(CF_3)CF_2O)_n-CF(CF_3)-CONH-$ 、 $n$  は自然数、



( $p$  は  $-SO_2-$ 、 $-S-$ 、 $-O-$ 、 $q$  は  $\begin{array}{c} CH_3 \\ | \\ -C- \\ | \\ CH_3 \end{array}$ 、 $\begin{array}{c} CF_3 \\ | \\ -C- \\ | \\ CF_3 \end{array}$ 、 $-SO_2-$ )



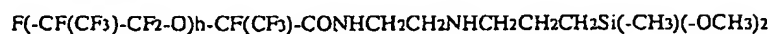
X+Yの芳香環の数は3から6の範囲である)

【0024】これら式(1)のフッ素系表面処理剤の具体的な構造は、下記に示す〔化合物1〕～〔化合物6〕の構造が挙げられる。

【0025】

【化4】

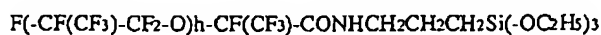
化合物1



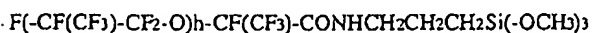
化合物2



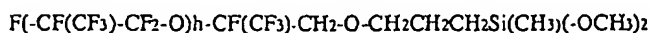
化合物3



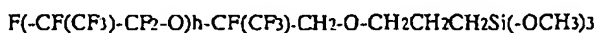
化合物4



化合物5



化合物6



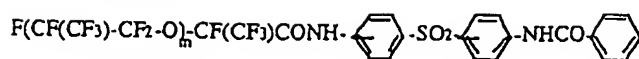
(式中、 $h$  = 平均24)

【0026】また、式(2)のフッ素系表面処理剤の具体的な構造は、下記に示す〔化合物7〕～〔化合物13〕の構造が挙げられる。

【0027】

【化5】

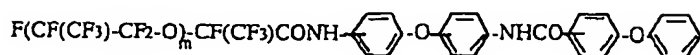
化合物 7



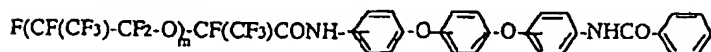
化合物 8



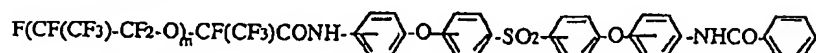
化合物 9



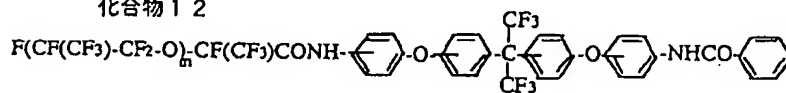
化合物 10



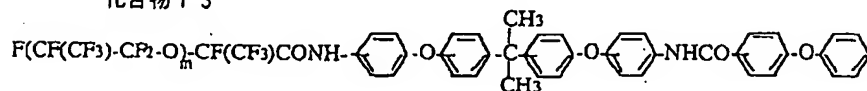
化合物 11



化合物 12



化合物 13



(式中、mは平均14)

【0028】本実施例で使用する塗膜材としての有機高分子は、熱硬化型でもよく、熱可塑型でもよい。目的は、塗料として使用でき、機械的強度を有する塗膜を完成できればよい。例えば、熱硬化型ではエポキシ樹脂、フェノール樹脂等が有効であり、熱可塑型ではポリエステル樹脂、ポリアクリル樹脂等が有効であるが、これらに限定されない。

【0029】また、冷気戻り流路の内壁を超撥水性塗膜で覆うことにより、蒸発器から飛散した凝縮水が内壁に当たって着氷する現象が起こりにくくなり、通風流路の閉塞の恐れは少なくなる。さらに、除霜ヒータのカバーの表面に水滴が付着しない超撥水性塗膜を形成することにより、除霜時に除霜水がカバーに残留することなく、露受け皿に落下させることも可能である。そのため、カバーには水たまりが無く、ヒータの熱が空気の加熱に有効に利用され、加熱通電の短縮化が図れる。また、カバーを凸状、あるいはわずかに傾斜して設置することにより、除霜水はさらに容易に落下することになる。

【0030】本実施例の具体的な冷蔵庫の1つは、圧縮機、凝縮器、減圧器、蛇行形状に形成された伝熱管と、伝熱管にほぼ直交して当該伝熱管を嵌め込むための凹部を持った平板状のフィンからなり、フィンの凹部に伝熱管を挿入した後、加締め止めて形成した蒸発器、蒸発器の冷気を循環させるファンを備え、ファンと冷気流路内壁、および蒸発器のそれぞれに、水との接触角が160度以上の撥水性塗膜を設けた冷蔵庫である。

【0031】図1に示した冷蔵室、冷凍室のそれぞれに

専用蒸発器を備え、図2の冷凍サイクルで運転される冷蔵庫が挙げられる。この冷蔵庫は、冷蔵庫箱体7には冷蔵室8、野菜室9、上段冷凍室および下段冷凍室10が配置され、冷蔵室と冷凍室とは壁によって完全に仕切られている。冷蔵庫内を冷却するための冷凍サイクルは、圧縮機11により冷媒を圧縮し、凝縮器12により冷媒を液化し、その後、減圧弁またはキャピラリーからなる減圧器を通過して低温になり、アルミ合金製の嵌め込み式で作製した冷蔵室専用蒸発器13aおよび冷凍室専用蒸発器13bに流入し、それぞれ-8℃、-3℃で熱交換した後、冷媒は圧縮機に戻るという構成をしている。冷蔵室と冷凍室の冷却を制御する方法は、図2の冷蔵庫のサイクル図に示したように、凝縮器の後に設置されている冷蔵室用3方弁18と、送風ファン16a、16bをコントロールすることで冷却を行う。これらの戻り冷媒は、アキュムレータ3を通過して圧縮機11へと導かれる。冷凍室専用の蒸発器13bは、-30℃に冷却され、その下部には、除霜ヒータ14bがあり、除霜ヒータ14bを定期的に通電加熱して、蒸発器に付着した霜を融解する。融解水は、露受け皿15bに落下し、ドレーンホースを介して外部に除去される。冷凍室専用の蒸発器13bで冷却された冷気は、蒸発器の上部に設置された送風ファン16bより冷凍室内に突き出した吹き出し口により、冷凍室内を循環冷却した後、蒸発器の下部に流入する。

【0032】一方、冷蔵室専用の蒸発器13aは、-8℃に冷却され、その下部には、除霜ヒータ14aがあ

り、除霜ヒータ14aを定期的に通電加熱して蒸発器に付着した霜を融解する。融解水は露受け皿15aに落下し、ドレーンホースを介して外部に除去される。冷蔵室専用の蒸発器13aで冷却された冷気は、蒸発器の上部に設置された送風ファン16aより冷蔵室内に突き出した吹き出し口により、冷蔵室内を循環冷却した後、蒸発器の下部に流入する。

【0033】このように運転される冷蔵庫の蒸発器13a、冷蔵室用ファン16a、冷蔵室からの冷気流路内壁17aに、水との接触角が160度以上の超撥水性塗膜を形成する。この用にして作製した冷蔵庫では、冷蔵庫専用蒸発器で野菜室からの戻り冷気中の水分が結露して凝縮水が発生するが、着霜はほとんど発生しない。そのため、除霜に必要な電力を低く抑えることができ、また、凝縮水が冷蔵室に飛散するため、室内の湿度は70%以上となり、食品の鮮度を十分に維持することが可能である。

【0034】水との接触角が160度以上の超撥水性塗膜は、(a)微細な表面粗さ(b)撥水性表面の2つが求められる。(a)の微細な表面粗さを実現するには、フィラーを分散した塗料を用いることで塗膜表面に微細な凹凸を作製することができる。(b)の撥水性表面にするには2通りの方法があり、表面に微細凹凸を作製後、一般式(1)で表した末端にアルコキシシラン残基を持ったフッ素系化合物を、微細凹凸を持った表面に反応固定することで良好な超撥水現象を示す。また、塗膜表面に微細凹凸を作る際に、同時に表面に一般式(2)に表したフッ素系化合物を形成するものである。具体的には、塗布直後はフッ素系化合物は良溶媒中に存在するように調製し、しかも良溶媒が先に蒸発するように低沸点の溶剤を用いると、乾燥過程でフッ素系化合物は塗膜表面に存在するようになる。このように調製することで、フッ素系化合物はミクロに相分離して塗膜表面に集合し、フッ素化した撥水表面を実現できる。

【0035】(実施例)以下、本実施例に係る冷蔵庫の実施例について図を用いて説明する。

【0036】(実施例1)図3に示した冷蔵庫用蒸発器は、アルミ合金製の予め蛇行形状に形成された伝熱管4と、伝熱管4にはほぼ直交して当該伝熱管4を嵌め込むための凹部を持ったアルミ合金製の平板状のフィン5から

なり、図4に示したように、フィン5の凹部に伝熱管4を挿入した後、加締め止める。冷媒は減圧器を通過して低温になり、伝熱管入口2より流入し、伝熱管4で吸熱後、アキュムレータ3を経由して、伝熱管出口1より排出される。この蒸発器を下記の有機塗料に浸漬し、熱硬化することで、図5に示したように、蒸発器の表面に有機塗膜6が形成され、さらに伝熱管4とフィン5の両者は、有機塗膜6を介して接着され、結果的に接触面積が増加する。使用した有機塗膜は以下の方法で蒸発器の表面に作製した。

【0037】旭チバ(株)製のエポキシ樹脂(XD9053-01)600g、フェノール樹脂であるマルカリンカーM(丸善石油化学(株)製)300g、硬化促進剤であるトリエチルアンモニウムカリボール塩(北興化学(株)製 商品名:TEA-K)6gをメチルエチルケトン7.5kgとブチルセロソルブアセテート500gの混合溶剤に溶解し、溶液(I)を作製する。一方、メチルエチルケトン2.0kgに日本アエロジル(株)製:アエロジル130、平均粒径16nmを75gと、日本シリカ工業(株)製:Nipsil E-220A、平均粒径1.5μm75gと、フィラー分散剤(花王(株)製:ホモゲノールL-95)を加え、激しく攪拌してフィラーを分散した溶液(II)を作製し、溶液(I)に溶液(II)を加えて溶液(III)を作成する。この溶液(III)に蒸発器を浸漬塗布し、180℃で30分熱硬化する。このようにして、蒸発器の表面に約10μmのエポキシ樹脂からなる塗膜を形成した。この塗膜の表面粗さをAFMにより測定した。用いた装置はDigital Instruments社製のNanoscopeIIIを用い、コンタクトモードで測定した。AFM測定ステージはAFM-3型、測定プローブ(針)は曲率半径5-40nmのNP-S型、測定範囲は12μm×12μmである。塗膜Aの表面の場合、図6に示す表面粗さが形成されていることがわかる。

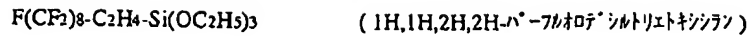
【0038】次に、約10μmのエポキシ樹脂からなる塗膜の上に下記の化合物14~17のパーフルオロヘキサン溶液(0.3wt%)に浸漬塗布し、その後150℃-10分の加熱処理を行う。

【0039】

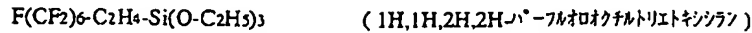
【化6】



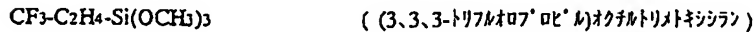
## 化合物 1 4



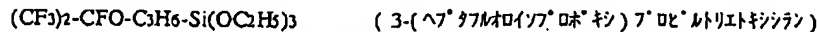
## 化合物 1 5



## 化合物 1 6



## 化合物 1 7



【0040】このようにすることで目的とする蒸発器を完成する。

【0041】このようにして作製した本実施例の蒸発器は、表1に示すように、塗膜表面の水との接触角は16

0度以上の超撥水性を示した。

【0042】

【表1】

表 1

化合物	蒸発器表面の水との接触角 (度) at 25℃	実験1時間後の 空気側熱コンダクタンス (W/m <sup>2</sup> K)	実験24時間後の 空気側熱コンダクタンス (W/m <sup>2</sup> K)
化合物 1 4	>160	9.0	8.5
化合物 1 5	>160	8.9	8.4
化合物 1 6	>160	9.1	8.6
化合物 1 7	>160	9.0	8.3

【0043】この蒸発器の熱交換性能は、空気側熱伝達率と、伝熱管とフィンとの接触部の熱抵抗の影響を含めた空気側熱コンダクタンスで評価した。実験条件は、乾球/湿球温度が4/3℃、蒸発器の冷媒出入口温度が-8/-5℃、蒸発器の前面風速が0.7m/secであり、1時間後、および24時間後の空気側熱コンダクタンスを測定した。空気側熱コンダクタンスの測定結果を表1に示す。運転1時間後の蒸発器表面には全く霜の発生は見られず、空気側熱コンダクタンスは、8.9～9.1W/m<sup>2</sup>Kである。これに対し、24時間後の蒸発器表面は、若干霜が表面を覆っており、1時間後と比べると、通風抵抗が大きくなり、空気側熱コンダクタンスは、8.3～8.6W/m<sup>2</sup>Kと約8%低下した。

【0044】(実施例2) 実施例1と同様に図3の蒸発器を用い、下記の有機塗料に浸漬し、硬化することで、図5に示したように、蒸発器の表面に有機塗膜6が形成される。使用した有機塗膜は、塗膜A、B、C、およびDであり、それぞれ以下の方法で蒸発器の表面に作製した。

【0045】塗膜Aは、実施例1と同様に、蒸発器の表面に約10μmのエポキシ樹脂からなる塗膜を形成した。さらに、この蒸発器を、化合物1～6のそれぞれのパーフルオロヘキサン溶液(0.3wt%)に浸漬塗布し、その後、150℃-10分の加熱処理を行い、エポキシ樹脂からなる塗膜の上に化合物1～6を固定した

6種類の塗膜を形成した。

【0046】塗膜Bは、溶液(I)中のエポキシ樹脂(XD9053-01)600gの代わりに、油化シェル・エポキシ(株)製のエポキシ樹脂(EP1004)440g用い、それ以外は実施例1と同様に、蒸発器の表面に約10μmのエポキシ樹脂からなる塗膜を形成した。さらに、この蒸発器を、化合物1～6のそれぞれのパーフルオロヘキサン溶液(0.3wt%)に浸漬塗布し、その後、150℃-10分の加熱処理を行い、エポキシ樹脂からなる塗膜の上に、化合物1～6を固定した6種類の塗膜を形成した。

【0047】塗膜Cは、溶液(I)に化合物7～13のメチルエチルケトン溶液(20wt%)90gをそれぞれ加える以外は、実施例1と同様に、蒸発器の表面に、約10μmのエポキシ樹脂からなる塗膜を形成した。

【0048】塗膜Dは、溶液(I)中のエポキシ樹脂(XD9053-01)600gの代わりに、油化シェル・エポキシ(株)製のエポキシ樹脂(EP1004)440g用い、さらに溶液(I)に、化合物7～13のメチルエチルケトン溶液(20wt%)90gをそれぞれ加える以外は、実施例1と同様に、蒸発器の表面に、約10μmのエポキシ樹脂からなる塗膜を形成した。

【0049】このようにして作製した蒸発器表面の塗膜

A～Dの表面粗さをAFMにより測定した結果、実施例1で示した図6に示す表面粗さと同様の粗さが形成されていた。

【0050】このようにして作製した化合物1～6を用いた塗膜Aと塗膜B、および化合物7～13を用いた塗膜Cと塗膜Dを形成した蒸発器の表面の、水との接触角

はいずれの塗膜も160度以上である。これらの塗膜を用いたときの蒸発器の熱交換性能は、実施例1と同様の条件で、1時間後および24時間後の空気側熱コンダクタンスを測定した。結果を表2に示す。

【0051】

【表2】

表2

塗膜の種類	化合物	蒸発器表面の水との接触角 (度) at 25℃	実験1時間後の空気側熱コンダクタンス (W/m <sup>2</sup> K)	
			1時間後	24時間後
A	化合物1	>160	9.1	9.0
	化合物2	>160	9.0	9.0
	化合物3	>160	9.2	9.1
	化合物4	>160	9.2	9.2
	化合物5	>160	9.0	9.0
	化合物6	>160	9.1	9.0
B	化合物1	>160	9.0	9.0
	化合物2	>160	9.0	9.0
	化合物3	>160	9.1	9.0
	化合物4	>160	9.1	9.1
	化合物5	>160	9.0	9.0
	化合物6	>160	9.0	9.0
C	化合物7	>160	9.2	9.0
	化合物8	>160	9.1	9.1
	化合物9	>160	9.2	9.1
	化合物10	>160	9.2	9.2
	化合物11	>160	9.0	9.0
	化合物12	>160	9.0	9.0
D	化合物13	>160	9.1	9.1
	化合物7	>160	9.1	9.0
	化合物8	>160	9.1	9.1
	化合物9	>160	9.2	9.1
	化合物10	>160	9.2	9.2
	化合物11	>160	9.1	9.1
	化合物12	>160	9.1	9.0
	化合物13	>160	9.1	9.1

【0052】1時間後および24時間後の熱交換効率を示す空気側熱コンダクタンスは9.0～9.2W/m<sup>2</sup>Kであり、時間の経過による熱交換性能の劣化が極めて少ない。

【0053】(比較例1)図3の蒸発器を用い、その表面に有機塗膜を形成しない場合の熱交換性能を、実施例1と同様の条件で評価した。表3に示すように、塗膜を

形成しない場合の表面の水との接触角は70度であり、1時間後および24時間後の蒸発器表面は着霜しており、空気側熱コンダクタンスは、それぞれ7.5W/m<sup>2</sup>Kおよび7.3W/m<sup>2</sup>Kであった。

【0054】

【表3】

表3

比較例	塗膜の種類	化合物	蒸発器表面の水との接触角 (度) at 25℃	空気側熱コンダクタンス (W/m <sup>2</sup> K)	
				1時間後	24時間後
1	無し	無し	70	7.5	7.3
2	E	無し	86	8.2	7.8
3	F	化合物14	145	8.2	8.1

【0055】このように、フィンの凹部に伝熱管を挿入した後、加締め止めて接触させて作製した蒸発器にお

いて、実施例1の塗膜で表面を被覆した蒸発器の24時間後の空気側熱コンダクタンスは、8.3～8.6W/

$\text{m}^2\text{K}$ であり、本比較例に比べ、空気側熱コンダクタンスは約14~18%向上している。さらに、実施例2の化合物1~13を用いた塗膜の空気側熱コンダクタンスは、 $9.0\sim 9.2\text{W}/\text{m}^2\text{K}$ であり、実施例1の空気側熱コンダクタンスに比べて約5~11%、本比較例に比べて約23~26%向上している。

【0056】(比較例2) 図3の蒸発器を用い、その表面に下記の塗膜Eを被覆し、熱交換性能を実施例1と同様の条件で評価した。

【0057】塗膜Eは、実施例1で示した溶液(III)に図3の蒸発器を浸漬塗布し、その後、 $180^\circ\text{C}$ で30分熱硬化し、蒸発器表面に形成した。表3に示したように、塗膜Eを形成した蒸発器表面の水との接触角は86度である。1時間後および24時間後の熱交換性能を評価したところ、1時間後の蒸発器表面は、一面に着霜し、通風抵抗が増加し、空気側熱コンダクタンスは、 $8.2\text{W}/\text{m}^2\text{K}$ であった。24時間後の蒸発器の空気側熱コンダクタンスは、 $7.8\text{W}/\text{m}^2\text{K}$ である。

【0058】このように、フィンの凹部に伝熱管を挿入した後、加締め止めて接触させて作製した蒸発器において、水との接触角が86度の有機塗膜で表面を被覆した蒸発器における24時間後の熱交換性能は、実施例1および2の蒸発器に比べ、最大で約15%低下している。この結果は、有機塗膜で伝熱管とフィンとの接触熱抵抗を下げ、熱交換効率の向上に寄与できるが、着霜による熱交換効率の低減を抑止することができず、蒸発器の熱交換性能を向上するのに不十分であることを示している。

【0059】(比較例3) 図3の蒸発器を用い、その表面に塗膜Fを形成した場合の熱交換性能を、実施例1と同様の条件で評価した。塗膜Fは、以下の方法で蒸発器の表面に作製した。

【0060】塗膜Fは、実施例1で示した溶液(1)にメチルエチルケトン $2.0\text{kg}$ に、日本シリカ工業(株)製:Nipsil E-220A、平均粒子 $1.5\mu\text{m}$  $150\text{g}$ と、フィラー分散剤(花王(株)製:ホモゲノール-95)を加え、攪拌し、フィラーを分散した溶液を加え、さらに、この溶液に図3の蒸発器を浸漬塗布し、 $180^\circ\text{C}$ で30分熱硬化する。この様に、蒸発器の表面に約 $10\mu\text{m}$ のエポキシ樹脂からなる塗膜を形成した。さらに、この蒸発器を、化合物14のパーフルオロヘキサン溶液( $0.1\text{wt}\%$ )に浸漬塗布し、その後、 $150^\circ\text{C}$ ・10分の加熱処理を行い、エポキシ樹脂からなる塗膜の上に化合物14を固定し、蒸発器に塗膜Fを形成した。塗膜表面形状を実施例1と同

様に測定した結果、図7に示す粗さを有していた。

【0061】表3に示すように、塗膜Fの表面では、水との接触角は $145^\circ$ であり、実施例1と同様の条件で蒸発器を評価した結果、1時間後の蒸発器表面は、一面霜に覆われ、空気側熱コンダクタンスは $8.2\text{W}/\text{m}^2\text{K}$ に低下した。24時間後の蒸発器の空気側熱コンダクタンスは、 $8.1\text{W}/\text{m}^2\text{K}$ である。実施例1および2の蒸発器に比べると、熱交換性能は、最大で約12%低下している。

【0062】このように、蒸発器表面の接触角が $160^\circ$ 以下では、着霜による熱交換効率の低減を抑止することができず、蒸発器の熱交換性能を向上するのに不十分であることを示している。

【0063】(比較例4) 図1に示した冷蔵庫、冷凍室それぞれに専用蒸発器を備え、図2の冷凍サイクルの冷蔵庫において、比較例1~3の冷蔵庫用蒸発器13aを用いた。

【0064】比較例1~3の蒸発器を用いて作製した冷蔵庫では、いずれの場合も、野菜室からの戻り冷気中の水分が $-8^\circ\text{C}$ の冷蔵庫専用蒸発器13aで直ちに着霜する。そのため、蒸発器13a表面は、次第に着霜量が増え、通風抵抗が大きくなる。本比較例では、冷蔵庫を効率よく運転するために、除霜ヒータは100時間毎に20分間通電加熱して除霜することが必要である。また、冷蔵庫中の水分が蒸発器で凍結するため、冷蔵庫内の湿度は次第に低下し、食品の鮮度を十分に維持可能な相対湿度70%より低下してしまう。

【0065】表4に示したように、本比較例の冷蔵庫の性能を、年間の消費電力で評価した。年間の消費電力量の測定は、JIS-C-9801に準じて行なった。有機塗膜を形成しない比較例1の蒸発器を用いた場合の年間消費電力を1.00として、各種冷蔵庫の性能を比較した。その結果、塗膜Eで蒸発器表面を被覆した水との接触角が86度の表面を持つ比較例2の蒸発器を用いた冷蔵庫では、0.95倍、塗膜Fで表面に化合物14を被覆した水との接触角が $145^\circ$ の表面を持つ比較例3の蒸発器を用いた冷蔵庫では、0.94倍である。このように、無処理の蒸発器に比べ、塗膜を表面に作製した蒸発器では、年間消費電力は僅かであるが低くなる。しかし、本比較例の蒸発器では、次第に着霜量が増え、通風抵抗が大きくなるため、空気側熱コンダクタンスが小さくなり、年間の消費電力が増加する。

【0066】

【表4】

表 4

蒸発器表面	塗膜の種類	比較例 4			実施例 3				実施例 4			
		比較例 1	比較例 2	比較例 3	A				A	B	C	D
		無し	E	F								
化合物		無し	無し	化合物 3	化合物 14	化合物 15	化合物 16	化合物 17	化合物 3	化合物 2	化合物 10	化合物 13
年間消費電力 (kWh)		1.00	0.95	0.94	0.90	0.91	0.90	0.90	0.86	0.86	0.85	0.85
除霜周期 (時間)		100	100	100	150	150	150	150	500	500	500	500

※印：消費電力量試験 (JIS C9801)

【0067】(実施例3) 図1に示した冷蔵室、冷凍室それぞれに専用蒸発器を備え、図2の冷凍サイクルの冷蔵庫において、冷蔵室用蒸発器13aは、実施例1と同様にして、蒸発器の表面に約10 $\mu$ mのエポキシ樹脂からなる塗膜を形成した。さらに、この蒸発器を、化合物14、または化合物15、または化合物16、または化合物17のパーフルオロヘキサン溶液(0.3wt%)に浸漬し、これを引き上げ、その後、蒸発器を150℃-10分の加熱処理を行う。このようにして、化合物14~17を表面に被覆した4種類の蒸発器を作製し、それぞれの蒸発器を組み込んだ4種類の冷蔵庫を準備した。それぞれの蒸発器表面の接触角は160度以上である。

【0068】このようにして作製した4種類の冷蔵庫では、運転開始直後は、野菜室からの戻り冷気中の水分が-8℃の冷蔵庫専用蒸発器13aで着霜することがなく運転され、熱交換性能も、実施例1と同様の良好な性能を示し、着霜を防止した冷蔵庫を実現した。ただし、本実施例の冷蔵庫を長期間運転することにより、次第に蒸発器13a表面は霜に覆われ、通風抵抗が大きくなり、これらの冷蔵庫を効率よく運転するために、除霜ヒータは、おおよそ150時間毎に20分間通電加熱して除霜することが必要となる。

【0069】本実施例の冷蔵庫を年間の消費電力で評価し、表4に示したように、化合物14~17を表面に被覆した水との接触角が160度以上の表面を持つ蒸発器を用いた場合、有機塗膜を形成しない比較例1の蒸発器(水との接触角：70度)を用いた場合に比べ、年間消費電力は0.90~0.91に減少する。また、比較例3に示した塗膜Fと、化合物3で表面を被覆した水との接触角が145度以下の表面を持つ蒸発器に比べても、年間の消費電力は3~4%減少している。

【0070】(実施例4) 図1に示した冷蔵室、冷凍室それぞれに専用蒸発器を備え、図2の冷凍サイクルの冷蔵庫において、冷蔵室用蒸発器13aは化合物3を用いた塗膜A、化合物2を用いた塗膜B、化合物10を用いた塗膜C、および化合物13を用いた塗膜Dの4種類の塗膜を形成した。それぞれの蒸発器表面の接触角は160度以上である。冷蔵庫の年間の消費電力量の測定は、

JIS-C-9801に準じて行つた。

【0071】本実施例の4種類の冷蔵庫では、野菜室からの戻り冷気中の水分が-8℃の冷蔵庫専用蒸発器13aで結露して凝縮水が発生するが、いずれにおいても、蒸発器13aには着霜はほとんど発生しない。表4に示すように、本実施例の冷蔵庫の年間の消費電力は、有機塗膜を形成しない蒸発器を持つ比較例1の蒸発器を用いた冷蔵庫に比べ、0.85~0.86と、14~15%削減できる。また、化合物14~17の化合物で表面を被覆した実施例3の冷蔵庫に比べ、8~10%削減できる。本実施例の冷蔵庫における除霜周期は、少なくとも500時間毎に20分間通電加熱することで、充分に除霜することができる。本実施例の冷蔵庫では、年間の平均の冷蔵室内の5℃におさる相対湿度を70%以上に保つことができる。

【0072】(実施例5) 図1に示した冷蔵室、冷凍室それぞれに専用蒸発器を備え、図2の冷凍サイクルの冷蔵庫において、冷蔵室用蒸発器13aは実施例3と同様にして、4種類の蒸発器を作製した。さらに、これらの冷蔵庫の冷蔵室用ファン16a、冷蔵室からの冷気流路内壁17aの各表面に、下記の塗膜Gを被覆した。

【0073】塗膜Gは、日立化成工業(株)製シリコン変成アクリル樹脂(商品名：ヒタロイドNK-2)50g、および日立化成工業(株)硬化触媒(商品名：ヒタロイドS6010C)7.5gを、メチルエチルケトン950gと、ブチルセロンルブアセテート50gの混合溶剤に溶解し、次に、化合物10のメチルエチルケトン溶液(10wt%)15gと、日本アエロジル(株)製：アエロジル130(平均粒径16nm)を7.5gと、日本シリカ工業(株)製：Nipsil E-22OA(平均粒径1.5 $\mu$ m)7.5gを加え、充分に攪拌した塗料を作成する。この塗料を、ポリプロピレン樹脂の成型品で作られた冷蔵室用ファン16a、冷蔵室からの冷気流路内壁17aの各表面にスプレーで塗布し、自然乾燥する。その結果、冷蔵室用ファン16a、冷気流路内壁17aの各表面には、塗膜Gが形成され、その表面は、水との接触角が60度以上であった。

【0074】本実施例の4種類の冷蔵庫では、実施例3の結果と同様、蒸発器13aには着霜はほとんど発生し

ない。さらに、本実施例では、冷蔵室用ファン16a、および冷気流路内壁17aの表面はほとんど着霜しない。これらの効果により、本実施例の冷蔵庫では、年間の平均の冷蔵室内の5℃における相対湿度を80%以上に保つことができる。

【0075】(実施例6) 図1に示した冷蔵室、冷凍室それぞれに専用蒸発器を備え、図2の冷凍サイクルの冷蔵庫において、冷蔵室用蒸発器13aは実施例4と同様にして、4種類の蒸発器を作製した。さらに、これらの冷蔵庫の冷蔵室用ファン16a、冷蔵室からの冷気流路内壁17aの各表面に、下記の塗膜Hを被覆した。

【0076】塗膜Hは、日立化成工業(株)製シリコン変成アクリル樹脂(商品名:ヒタロイドNK-2)50g、および日立化成工業(株)硬化触媒(商品名:ヒタロイドS6010C)7.5gを、メチルエチルケトン950gと、ブチルセロソルブアセテート50gの混合溶剤に溶解し、次に、化合物13のメチルエチルケトン溶液(10wt%)15gと、日本アエロジル(株)製:アエロジル130(平均粒径16nm)を7.5gと、日本シリカ工業(株)製:Nipsil E-220A(平均粒径1.5μm)7.5gを加え、充分に攪拌した塗料を作成する。この塗料を、ポリプロピレン樹脂の成型品で作られた冷蔵室用ファン16a、冷蔵室からの冷気流路内壁17aの各表面にスプレーで塗布し、自然乾燥する。その結果、冷蔵室用ファン16a、冷気流路内壁17aの各表面には、塗膜Gが形成され、その表面は、水との接触角が160度以上であった。

【0077】本実施例の4種類の冷蔵庫では、実施例4の結果と同様、蒸発器13aには、着霜はほとんど発生

しない。さらに、本実施例では、冷蔵室用ファン16a、および冷気流路内壁17aの表面には、ほとんど着霜しない。4種類の冷蔵庫の年間の消費電力、および除霜周期は、実施例4の冷蔵庫と同じであるが、本実施例の冷蔵庫では、年間の平均の冷蔵室内の5℃における相対湿度を90%以上に保つことができる。

【0078】(実施例7) 図1に示した冷蔵室、冷凍室それぞれに専用蒸発器を備え、図2の冷凍サイクルの冷蔵庫において、図3に示した嵌め込み式で、冷蔵室専用蒸発器13aを用いた。ただし、蒸発器の伝熱管は銅合金、フィンはアルミ合金を用いた。化合物3を用いた塗膜A、化合物2を用いた塗膜B、化合物10を用いた塗膜C、および化合物13を用いた塗膜Dを表面に被覆した4種類の蒸発器を用いた冷蔵庫を作製した。さらに、これらの冷蔵庫の冷蔵室用ファン16a、冷蔵室からの冷気流路内壁17aの各表面に、下記の塗膜Gを被覆した。

【0079】本実施例の冷蔵庫では、実施例4の結果と同様、蒸発器13aに着霜はほとんど発生しない。さらに、本実施例では、冷蔵室用ファン16a、および冷気流路内壁17aの表面はほとんど着霜しない。除霜周期は少なくとも500時間毎に20分間通電加熱することで、充分に除霜することができ、年間の平均の冷蔵室内の5℃における相対湿度を90%以上に保つことができる。表5に示すように、年間の消費電力は、実施例3の冷蔵庫に比べて0.83~0.85と小さい。

【0080】

【表5】

表 5

	塗膜の種類	8000時間運転後の蒸発器外観および性能			年間消費電力 (比) ※2
		化合物	腐食状況	空気側熱コンダクタンス(W/m <sup>2</sup> K) ※1	
実施例7	A	化合物3	無し	9.1	0.83
	B	化合物2	無し	9.0	0.83
	C	化合物10	無し	9.3	0.85
	D	化合物13	無し	9.1	0.94
比較例5	無し	無し	有り	5.6	1.04

※1 印: 実験1時間後の空気側熱コンダクタンス

※2 印: 消費電力量試験 (JIS C9801)

【0081】この冷蔵庫を用い、8000時間の実用運転を行った後の蒸発器13aを観察した結果、表5に示すように、いずれの有機塗膜を形成した場合も、蒸発器13aおよび銅合金製伝熱管とアルミ合金製フィンとの接触部分に腐食痕は見られず、蒸発器に有機塗膜を形成することで、腐食を防止する効果があることがわかった。また、8000時間の実用運転後、蒸発器13aを取り外し、蒸発器13aの熱交換性能を実施例1と同様の条件で評価したところ、表5に示したように、空気側熱コンダクタンスは9.1~9.3W/m<sup>2</sup>Kであり、

実験前後でほとんど差異がないことがわかった。

【0082】(比較例5) 図1に示した冷蔵室、冷凍室それぞれに専用蒸発器を備え、図2の冷凍サイクルの冷蔵庫において、比較例1と同様の嵌め込み式で、冷蔵室専用蒸発器13aを用いた。ただし、蒸発器の伝熱管は、銅合金、フィンはアルミ合金を用い、蒸発器表面には、有機塗膜を形成しない。

【0083】本比較例の冷蔵庫では、蒸発器13aに多量の霜が発生するため、除霜周期は、少なくとも100時間毎に20分間通電加熱することが必要である。この

ように、除霜周期が短いため、冷蔵室の湿度は低下し、年間の平均の冷蔵室内の湿度は70%以下に低下してしまう。表5に示すように、年間の消費電力は、実施例3の冷蔵庫に比べ、1.04と大きい。

【0084】この冷蔵庫を用い、8000時間の実用運転を行った後の蒸発器13aを観察した。表5に示すように、本比較例の蒸発器13aの銅合金製伝熱管と、アルミ合金製フィンとの接触部分には腐食痕が見られた。また、8000時間の実用運転後、蒸発器13aを取り外し、蒸発器13aの熱交換性能を実施例1と同様の条件で評価したところ、表5に示したように、空気側熱コンダクタンスは $5.6\text{ W/m}^2\text{ K}$ であり、実施例5の蒸発器の空気側熱コンダクタンス $9.0\sim 9.1\text{ W/m}^2\text{ K}$ に比べ、約39%も熱交換効率が低下したことがわかった。この熱交換効率の低下は、伝熱管とフィンとの接触部分に発生する腐食が接触熱抵抗を増加させているためである。したがって、実施例5で示したように、蒸発器に本実施例の有機塗膜を成膜することで腐食を防止し、接触熱抵抗の増加を抑えることができることが確認できた。

【0085】このように、加締め止めされた伝熱管とフィンとの間の空間並びにフィン表面を、水との接触角が $160^\circ$ 以上の有機塗膜で被覆することにより、嵌め込み式蒸発器の接触熱抵抗が小さく、高い熱交換性能を有し、かつ着霜を従来よりも低減することができる。また、異種金属の伝熱管とフィンからなる蒸発器でも腐食を起こすものではない。

【0086】また、前記の蒸発器を備えた冷蔵庫は、着霜の低減による除霜ヒータの使用頻度の低減、ひいては消費電力の低減を図ることができる。また、冷蔵室の湿度を高湿化が図れ、長期の食品の鮮度を保持することが

できる。

【0087】

【発明の効果】本発明によれば、蒸発器を構成する伝熱管とフィンとの結合方式として、フィンに伝熱管を嵌め込んで加締め止めするという、非常に簡略化された工程で蒸発器を製造できる、いわゆる嵌め込み方式を採用する場合に、接触熱抵抗が小さく、高い熱交換性能を有し、かつ着霜を低減できるという2つの効果を同時に達成することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】冷凍室および冷蔵室の2つに分離された冷蔵庫の概略図である。

【図2】冷蔵庫のサイクル図である。

【図3】蒸発器の概略図である。

【図4】伝熱管とフィンとの嵌め込み状態を示す図である。

【図5】伝熱管とフィンとの接触状態と有機塗膜の表面処理状態を示す図である。

【図6】実施例1の塗膜表面の粗さを示す図である。

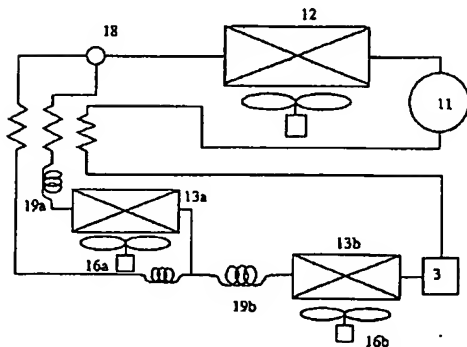
【図7】比較例3の塗膜F表面の粗さを示す図である。

【符号の説明】

1…伝熱管出口、2…伝熱管入口、3…アキュムレータ、4…伝熱管、5…フィン、6…有機塗膜、7…冷蔵庫箱体、8…冷蔵室、9…野菜室、10…冷凍室、11…圧縮機、12…凝縮器、13a…冷蔵室用蒸発器、13b…冷凍室用蒸発器、14a…冷蔵室用除霜ヒータ、14b…冷凍室用除霜ヒータ、15a…冷蔵室用露受け皿、15b…冷凍室用露受け皿、16a…冷蔵室用ファン、16b…冷凍室用ファン、17a…冷蔵室用冷気流路内壁、18…冷蔵室用2方弁、19a…冷蔵室用減圧器、19b…冷凍室用減圧器。

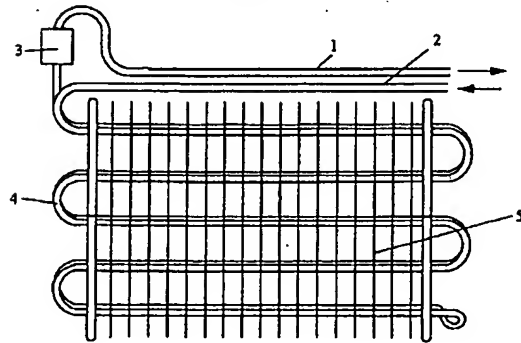
【図2】

図2

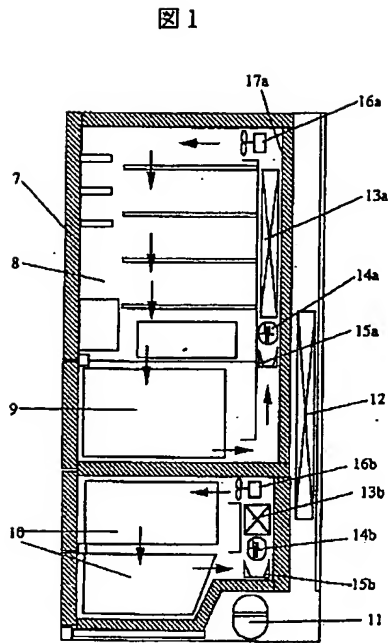


【図3】

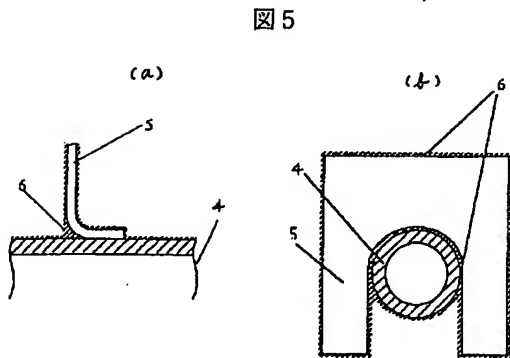
図3



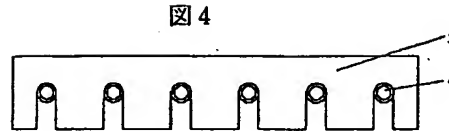
【図1】



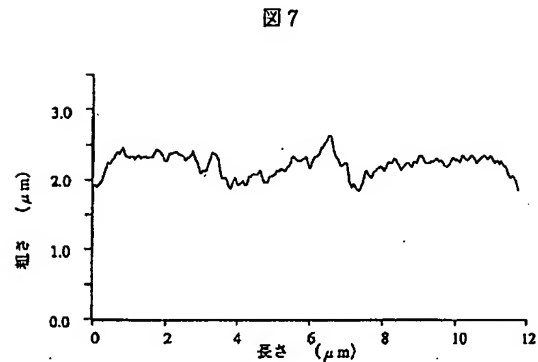
【図5】



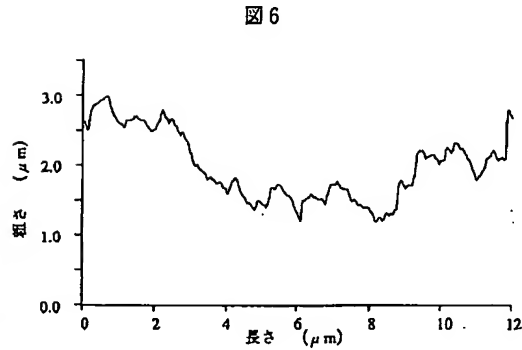
【図4】



【図7】



【図6】



【手続補正書】

【提出日】平成12年12月7日(2000.12.7)

【手続補正1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0034

【補正方法】変更

【補正内容】

【0034】水との接触角が160度以上の超撥水性塗

膜は、(a)微細な表面粗さ(b)撥水性表面の2つが求められる。(a)の微細な表面粗さを実現するには、フィラーを分散した塗料を用いることで塗膜表面に微細な凹凸を作製することができる。(b)の撥水性表面にするには2通りの方法があり、表面に微細凹凸を作製後、一般式(1)で表した末端にアルコキシシラン残基を持ったフッ素系化合物を、微細凹凸を持った表面に反応固定することで良好な超撥水現象を示す。また、塗膜

表面に微細凹凸を作る際に、同時に表面に一般式(2)に表したフッ素系化合物を形成するものである。具体的には、塗布直後はフッ素系化合物は良溶媒中に存在するように調製し、しかも良溶媒が先に蒸発するように低沸点の溶剤を用いると、乾燥過程でフッ素系化合物は塗膜表面に存在するようになる。このように調製することで、フッ素系化合物はミクロに相分離して塗膜表面に集し、フッ素化した親水表面を実現できる。

【手続補正2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0067

【補正方法】変更

【補正内容】

【0067】(実施例3)図1に示した冷蔵庫、冷凍室それぞれに専用蒸発器を備え、図2の冷凍サイクルの冷蔵庫において、冷蔵庫用蒸発器13aは、実施例1と同様にして、蒸発器の表面に約10 $\mu$ mのエポキシ樹脂からなる塗膜を形成した。さらに、この蒸発器を、化合物14、または化合物15、または化合物16、または化合物17のパーフルオロヘキサン溶液(0.3wt%)に浸漬し、これを引き上げ、その後、蒸発器を150℃-10分の加熱処理を行う。このようにして、化合物14~17を表面に被覆した4種類の蒸発器を作製し、それぞれの蒸発器を組み込んだ4種類の冷蔵庫を準備し

た。それぞれの蒸発器表面の接触角は160度以上である。

【手続補正3】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0073

【補正方法】変更

【補正内容】

【0073】塗膜Gは、日立化成工業(株)製シリコン変成アクリル樹脂(商品名:ヒタロイドNK-2)50g、および日立化成工業(株)硬化触媒(商品名:ヒタロイドS6010C)7.5gを、メチルエチルケトン950gと、ブチルセロソルブアセテート50gの混合溶剤に溶解し、次に、化合物10のメチルエチルケトン溶液(10wt%)15gと、日本アエロジル(株)製:アエロジル130(平均粒径16nm)を7.5gと、日本シリカ工業(株)製:Nipsil E-22OA(平均粒径1.5 $\mu$ m)7.5gを加え、充分に攪拌した塗料を作成する。この塗料を、ポリプロピレン樹脂の成型品で作られた冷蔵庫用ファン16a、冷蔵庫からの冷気流路内壁17aの各表面にスプレーで塗布し、自然乾燥する。その結果、冷蔵庫用ファン16a、冷気流路内壁17aの各表面には、塗膜Gが形成され、その表面は、水との接触角が160度以上であった。

フロントページの続き

(51)Int.Cl.<sup>7</sup>

識別記号

// B01D 1/02

F I

ターム(参考)

B01D 1/02

(72)発明者 佐々木 洋

茨城県日立市大みか町七丁目1番1号 株式会社日立製作所日立研究所内

(72)発明者 伊藤 豊

茨城県日立市大みか町七丁目1番1号 株式会社日立製作所日立研究所内

(72)発明者 室井 克美

茨城県土浦市神立町502番地 株式会社日立製作所機械研究所内

(72)発明者 岩田 博

栃木県下都賀郡大平町富田800番地 株式会社日立栃木テクノロジー内

Fターム(参考) 4D076 BA02 BA50 HA15 JA03 JA05

4J038 CD131 CD141 JB13 JC32

NA07 PB06 PB09